

Научная статья

УДК 572.08/.5; 615.47

doi:10.18499/2225-7357-2022-11-3-49-56

3.3.1 – анатомия человека



## Соматические характеристики пациентов, страдающих алиментарно-зависимыми заболеваниями, по схеме Хит-Картера и возможности их биоимпедансной оценки

М. М. Семенов<sup>1</sup>✉, И. А. Лапик<sup>1</sup>, В. С. Шерагулова<sup>2</sup>, В. А. Лебедева<sup>1</sup>, С. В. Лавриненко<sup>1</sup>, К. В. Выборная<sup>1</sup>, Р. М. Раджаббадиев<sup>1</sup>, А. И. Соколов<sup>1</sup>, И. В. Кобелькова<sup>1</sup>, К. М. Гаппарова<sup>1</sup>, Х. Х. Шарафетдинов<sup>1</sup>, З. М. Зайнудинов<sup>1</sup>, Н.Т. Алексеева<sup>3</sup>, С. В. Клочкова<sup>4</sup>, Д. Б. Никитюк<sup>1, 5</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

<sup>4</sup>Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

<sup>5</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**Аннотация.** Цель исследования – изучить изменчивость соматотипа по схеме Хит-Картера у больных с алиментарно-зависимой патологией и возможности его биоимпедансной оценки.

**Материал и методы.** В клинике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» было обследовано 104 пациента (26 мужчин и 78 женщин). Пациентам были проведены антропометрические исследования в соответствии с принятым стандартом в НИИ Антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова. Соматотипирование проводили по схеме Хит-Картера. Биоимпедансную оценку состава тела проводили с использованием анализатора ABC-01 «Медасс».

**Результаты.** На основе антропометрических измерений представлена половозрастная характеристика типов телосложения (соматотипов) по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями (ожирением различной степени и сахарным диабетом 2 типа). Значения компонентов соматотипа в сравнении с возрастными подгруппами 1-го и 2-го периодов зрелого возраста у мужчин и женщин значимых различий не обнаружено, хотя значения исследуемых показателей для эндоморфии и мезоморфии в подгруппе 1-го периода зрелого возраста были больше, чем в подгруппе 2-го периода зрелого возраста не зависимо от пола.

**Заключение.** Таким образом, в ходе исследования выявлено, значения антропометрических показателей и соматотипов по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями достоверно не различаются в возрастных подгруппах 1-го (21–35 лет) и 2-го (36–60 лет) периодов зрелого возраста у мужчин и женщин. С учетом возрастных подгрупп и без учета (объединенный массив данных) отмечался выраженный половой диморфизм по антропометрическим показателям и по компоненту соматотипа эндоморфии за исключением индекса массы тела. Показана несостоятельность оценки соматотипа по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями по данным биоимпедансометрии. Принимая во внимание значимые корреляции биоимпедансных и антропометрических оценок компонентов соматотипа по Хит-Картеру считаем целесообразным разработку новых регрессионных уравнений для оценки соматотипа данного контингента.

**Ключевые слова:** антропометрия, биоимпедансометрия, телосложение, состав тела, соматотип по Хит-Картеру, алиментарно-зависимая патология

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Семенов М.М., Лапик И.А., Шерагулова В.С., Лебедева В.А., Лавриненко С.В., Выборная К.В., Раджаббадиев Р.М., Соколов А.И., Кобелькова И.В., Гаппарова К.М., Шарафетдинов Х.Х., Зайнудинов З.М., Алексеева Н.Т., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Соматические характеристики пациентов, страдающих алиментарно-зависимыми заболеваниями, по схеме Хит-Картера и возможности их биоимпедансной оценки // Журнал анатомии и гистопатологии. 2022. Т. 11, №3. С. 49–56. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-3-49-56>

© Семенов М.М., Лапик И.А., Шерагулова В.С., Лебедева В.А., Лавриненко С.В., Выборная К.В., Раджаббадиев Р.М., Соколов А.И., Кобелькова И.В., Гаппарова К.М., Шарафетдинов Х.Х., Зайнудинов З.М., Алексеева Н.Т., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б., 2022

## ORIGINAL ARTICLES

Original article

### Somatic characteristics of patients suffering from alimentary-dependent diseases according to the Heath-Carter scheme and the possibility of its bioimpedance assessment

M.M. Semenov<sup>1</sup>, I.A. Lapik<sup>1</sup>, V.S. Sheragulova<sup>2</sup>, V.A. Lebedeva<sup>1</sup>, S.V. Lavrinenko<sup>1</sup>, K.V. Vybornaya<sup>1</sup>, R.M. Radzhabkadiyev<sup>1</sup>, A.I. Sokolov<sup>1</sup>, I.V. Kobel'kova<sup>1</sup>, K.M. Gapparova<sup>1</sup>, Kh.Kh. Sharafetdinov<sup>1</sup>, Z.M. Zainudinov<sup>1</sup>, N.T. Alexeeva<sup>3</sup>, S.V. Klochkova<sup>4</sup>, D.B. Nikityuk<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

<sup>3</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

<sup>4</sup>Peoples' Friendship University of Russia, Moscow Russia

<sup>5</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

**Abstract.** The aim of the study was to study the variability of the somatotype according to the Heath-Carter scheme in patients with alimentary-dependent pathology and the possibility of its bioimpedance assessment.

**Material and methods.** 104 patients (26 men and 78 women) were examined in the clinic of Federal State Budgetary Institution of Nutrition and Biotechnology. Patients underwent anthropometric studies in accordance with the accepted standard of Institute of Anthropology of M.V. Lomonosov Moscow State University. Somatotyping was calculated according to the Heath-Carter method. Bioimpedance assessment of body composition was carried out using the analyzer ABC-01 "Medass".

**Results.** On the basis of anthropometric measurements the age and sex characteristics of body types (somatotypes) according to Heath-Carter are presented in patients with alimentary-dependent pathologies (obesity of various degrees and type 2 diabetes mellitus). No significant differences of somatotype components in the age subgroups of the 1st and 2nd period of adulthood was found in men and women, although the values of Endomorphy and Mesomorphy in the subgroup of the 1st period of adulthood are greater than in the subgroup of the 2nd period of adulthood regardless of the sex of the subjects.

**Conclusion.** The study revealed that the average values of anthropometric indicators and the value of average Heath-Carter somatotypes in patients with alimentary-dependent pathologies do not significantly differ in age subgroups of the 1st and 2nd periods of adulthood in men and women, regardless of the sex of the subjects. Considering age subgroups and excluding age subgroups significant sexual dimorphism was observed in anthropometric indicators and in somatotype component, with the exception of body mass index (BMI). The inconsistency of somatotype assessment by Heath-Carter was shown in patients with alimentary-dependent pathologies according to bioimpedance analysis. In view of the significant correlation of bioimpedance and anthropometric measurements of somatotype components according to Heath-Carter, we consider it appropriate to develop new regression equations to evaluate the somatotype in the future.

**Key words:** anthropometry, bioimpedance analysis, body composition, Heath-Carter somatotype, patients with alimentary-dependent pathology

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interests.

**For citation:** Semenov M.M., Lapik I.A., Sheragulova V.S., Lebedeva V.A., Lavrinenko S.V., Vybornaya K.V., Radzhabkadiyev R.M., Sokolov A.I., Kobel'kova I.V., Gapparova K.M., Sharafetdinov Kh.Kh., Zainudinov Z.M., Alexeeva N.T., Klochkova S.V., Nikityuk D.B. Somatic characteristics of patients suffering from alimentary-dependent diseases according to the Heath-Carter scheme and the possibility of its bioimpedance assessment. Journal of Anatomy and Histopathology. 2022. V. 11, №3. P. 49–56. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-3-49-56>

## Введение

Персонализированная оценка типа телосложения (соматотипа) человека видится крайне важной при оценке физического развития, при анализе генетической предрасположенности к различным патологиям и для выработки персонализированных подходов к профилактике и лечению заболеваний у представителей различных морфологических конституций [1, 2, 7, 8]. Особую роль среди схем соматотипирования, принятых в мире, на сегодняшний день играет схема Хит-Картера [12, 14, 18]. Оценка соматотипа по Хит-Картеру, характеризующаяся в баллах, состоит из трех величин – степени жиротложения (эндоморфии), развития скелета и мышц (мезоморфии) и вытянутости тела (эктоморфии), которые рассчитываются по формулам на основе измеренных 10 антропометрических признаков [12]. Преимуществом данной схемы является оценочная шкала в широком

диапазоне, которая применима для всех людей независимо от пола и расы в возрасте от 2 до 70 лет. При этом отмечается связь оценки соматотипа по Хит-Картеру с различными нозологиями [13, 15]. Однако классические схемы оценки телосложения по антропометрическим показателям имеют свои определенные недостатки: значительные временные затраты на тестирование; высокие требования, предъявляемые к антропометрическому инструментарию и квалификации исследователя. Такие погрешности не характерны для биоимпедансометрии [6]. Распространенность и оперативность метода, сравнительная простота использования дает преимущество над антропометрическими методами. Недавно разработаны и предложены надежные регрессионные уравнения на основе биоимпедансометрии для оценки компонентов соматотипа (эндоморфии и мезоморфии) по Хит-Картеру «для детей и подростков» [5, 11], а также для «взрослых людей» [10]. Исследования

возможности такой оценки пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями по данным биоимпедансометрии отсутствуют.

Цель исследования – изучить изменчивость соматотипа по схеме Хит-Картера у пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями и возможности его биоимпедансной оценки.

### Материал и методы исследования

Все материалы исследования были собраны с соблюдением правил биоэтики и с подписанием протоколов информированного согласия. В соответствии с законом о персональных данных, сведения были деперсонифицированы. Исследование одобрено комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол №16 от 12.03.2019 г.). Для достижения цели в 2019 году было обследовано 104 пациента клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», из них 26 мужчин и 78 женщин первого (21–35 лет) и второго (36–60 лет) периодов зрелого возраста. У испытуемых определяли тотальные, продольные, поперечные, обхватные размеры тела и кожно-жировые складки различных участков тела. Антропометрия проводилась по методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова [6]. Для определения продольных размеров тела применяли антропометр Мартина, для измерения массы тела – электронные весы. Для измерения обхватных размеров и поперечных диаметров использовали пластиковую сантиметровую ленту и большой толстотный циркуль с закругленными краями. Кожно-жировые складки измеряли с использованием калипера Lange. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по методу Кетле (Индекс Кетле = Масса тела, кг/(Длина тела, м<sup>2</sup>) [6].

Для соматотипирования использовали схему Хит-Картера [12]. Выделяли следующие компоненты соматотипа – эндоморфию (Эндо), мезоморфию (Мезо) и эктоморфию (Экто). Для расчета их компонентов использовали следующие антропометрические показатели: длину и массу тела, обхват напряженного плеча, обхват голени, поперечный диаметр дистального эпифиза плечевой и бедренной костей, толщину кожно-жировых складок под лопаткой, на плече сзади, над подвздошным гребнем и на голени. Вычисления базировались на следующих предложенных формулах [12]:

$$\text{Эндоморфия} = -0,7182 + 0,1451 \times X - 0,00068 \times X^2 + 0,0000014 \times X^3 \quad (1);$$

где  $X = 170,18 \times S/L$ ,  $S$  – сумма кожно-жировых складок, измеряемых под лопаткой, на трицепсе и над подвздошным гребнем (мм),  $L$  – длина тела (см).

$$\text{Мезоморфия} = 0,858 \times A + 0,601 \times B + 0,188 \times C + 0,161 \times D - 0,131 \times L + 4,5 \quad (2);$$

где  $A$  – поперечный диаметр дистального эпифиза плеча (см),  $B$  – поперечный диаметр дистального эпифиза бедра (см),  $C$  – исправленная окружность плеча, напряженного (см),  $D$  – исправленная окружность голени (см),  $L$  – длина тела (см). Исправленную окружность, для плеча и голени, получали вычитанием из их полной окружности значений жировых складок (см), измеренных соответственно на трицепсе и на голени.

$$\text{Эктоморфия} = 0,732 \times I - 28,58 \quad (3);$$

где  $I = L/(W)^{1/3}$ ,  $L$  – длина тела (см),  $W$  – масса тела (кг).

При диапазоне значений  $38,25 < I < 40,75$  формула изменяется на  $\text{Экто} = 0,463 \times I - 17,63$ , при  $I \leq 38,25$  используется значение 0,1. Если по результатам вычислений один из компонентов соматотипа имеет отрицательную величину или равен нулю, то ему присваивается значение балла 0,1.

Биоимпедансную оценку состава тела проводили утром натощак с использованием анализатора ABC-01 «Медасс» с программным обеспечением ABC01\_0362 (НТИЦ «Медасс», Россия) по стандартной схеме наложения электродов на запястье и в голеностопной области в положении испытуемых лежа на спине [6]. Проверку применимости оценки компонентов соматотипа Эндо и Мезо по Хит-Картеру на основе показателей биоимпедансометрии получали согласно рекомендованным формулам (4), (5), которые реализованы в программном обеспечении ABC01\_0362 анализатора состава тела ABC-01 «Медасс» [5]. Компонент соматотипа Экто рассчитывается по длине и массе тела.

$$\text{ENDOBIA} = -2875/R50 + 0,625 \times \text{ЧИМТ} - 0,042 \times \text{ЧМТ} - 0,23 \times \text{ЧПол} - 2,33 \quad (4);$$

( $R^2 = 0,83$ ,  $\text{SEE} = 0,65$ )

$$\text{MESOBIA} = 1467/R50 + 0,552 \times \text{ЧИМТ} - 0,096 \times \text{ЧМТ} + 0,59 \times \text{ЧПол} - 4,22 \quad (5);$$

( $R^2 = 0,86$ ,  $\text{SEE} = 0,47$ )

где  $R50$  – активное сопротивление (Ом), ИМТ – индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>), МТ – масса тела (кг), пол: мужской = 1, женский = 0.

Для сравнения работоспособности формул (4) и (5), дополнительно оценивали соматотип по Хит-Картеру согласно уточненным формулам (6) и (7) биоимпедансной оценки соматотипа у взрослых людей [10, 17].

$$\text{ENDOBIA} = -2837/R50 + 0,916 \times \text{ЧИМТ} - 0,0109 \times \text{ЧМТ} + 0,017 \times \text{Возраст} - 1,4 \times \text{ЧПол} - 5,95 \quad (6);$$

( $R^2 = 0,90$ ,  $\text{SEE} = 0,69$ )

$$\text{MESOBIA} = 890,8/R50 + 0,5017 \times \text{ЧИМТ} - 0,073 \times \text{ЧМТ} - 0,017 \times \text{Возраст} + 1,17 \times \text{ЧПол} - 3,83 \quad (7)$$

( $R^2 = 0,78$ ,  $\text{SEE} = 0,88$ )

где добавлены дополнительные переменные Возраст (годы), ИМТ<sup>2</sup> – индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>).

Обработка данных выполнялась с

Таблица 1

**Антропометрическая характеристика половозрастных групп пациентов клиники  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»**

Зрелый возраст	Мужчины						Женщины					
	п	Стат.	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ	ЖМТ, %	п	Стат.	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ	ЖМТ, %
1-й период	14	Mean	177,9*	134,2*	42,5	40,4*	15	Mean	166,2*	113,4*	40,8	49,9*
		Medi.	179,3	130,5	41,9	40,9		Medi.	166,8	110,7	40,0	49,3
		Min.	166,0	100,2	30,1	29,9		Min.	153,8	82,6	34,9	42,9
		Max.	183,7	174,6	57,0	46,9		Max.	173,3	137,0	48,1	54,9
2-й период	12	Mean	176,5*	125,8	40,5	36,5*	63	Mean	163,5*	110,9	41,6	47,5*
		Medi.	177,2	120,8	40,9	35,6		Medi.	163,4	108,7	39,6	48,4
		Min.	164,5	85,7	25,6	24,5		Min.	148,0	60,7	25,4	25,8
		Max.	182,8	176,9	58,8	48,0		Max.	178,5	170,0	64,5	57,8
Все группы	26	Mean	177,3*	130,3*	41,6	38,6*	78	Mean	164,0*	111,4*	41,4	47,9*
		Medi.	178,7	126,9	41,5	38,4		Medi.	164,3	109,5	40,0	48,7
		Min.	164,5	85,7	25,6	24,5		Min.	148,0	60,7	25,4	25,8
		Max.	183,7	176,9	58,8	48,0		Max.	178,5	170,0	64,5	57,8

Примечание: ДТ – длина тела, МТ – масса тела, ИМТ – индекс массы тела, ЖМТ – жировая масса тела, Mean – среднее, Medi. – медиана, Min. – минимум, Max. – максимум; \* – значимые половые различия ( $P < 0,05$ ).

Таблица 2

**Характеристика компонентов соматотипа по Хит-Картеру с учетом половозрастных групп  
пациентов клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», медианные значения**

Зрелый возраст	Мужчины				Женщины			
	п	Эндо-морфия	Мезо-морфия	Экто-морфия	п	Эндо-морфия	Мезо-морфия	Экто-морфия
1-й период	14	9,2*	8,0	0,1	15	9,7*	8,3	0,1
2-й период	12	8,3*	7,8	0,1	63	9,5*	7,6	0,1
Все группы	26	9,1*	8,0	0,1	78	9,5*	7,7	0,1

Примечание: \* – значимые половые различия ( $P < 0,05$ ).

использованием программы MS Excel 2007 и Statistica 7 [3]. При определении компонентов соматотипа ENDOBIA и MESOBIA рассчитывали долю дисперсии  $R^2$  и стандартную ошибку уравнения регрессии SEE. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента,  $p < 0,05$  [3].

### Результаты и их обсуждение

Антропометрическая характеристика половозрастных групп пациентов клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» представлен в табл. 1.

В подгруппе 1-го периода зрелого возраста обнаружены достоверные половые различия по всем показателям, исключение составил ИМТ. В подгруппе 2-го периода зрелого возраста обнаружены достоверные половые различия по длине тела (ДТ) и жировой массе тела (ЖМТ%). Независимо от возрастных групп мужчины оказались рослыми и массивными, при этом у женщин значимо выше ЖМТ%. Однако, по показателю ИМТ значимых различий не обнаружено как с учетом возрастных подгрупп, так и без учета возрастных подгрупп (на объединенном массиве данных).

Необходимо отметить, что в подгруппе 1-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин средние и медианные значения всех

исследованных показателей превышали показатели подгруппы 2-го периода зрелого возраста, хотя достоверных различий не обнаружено.

Медианные значения компонентов соматотипа по Хит-Картеру, определенные на основе формул (1), (2) и (3), с учетом половозрастных групп пациентов клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» представлены в табл. 2.

Значения компонентов соматотипа в сравнении с возрастными подгруппами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин значимых различий не обнаружили, хотя значения эндоморфии и мезоморфии в подгруппе 1-го периода зрелого возраста немного выше, чем в подгруппе 2-го периода зрелого возраста не зависимо от пола испытуемых. Представленные данные в таблицах 1 и 2 позволяют объединить возрастные подгруппы 1-го и 2-го периода зрелого возраста для дальнейшего анализа, так как не удалось обнаружить значимых различий по рассматриваемым показателям между возрастными подгруппами.

Распределения значений компонентов соматотипа по Хит-Картеру эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии мужчин и женщин определенные по формулам (1), (2) и (3) представлен на рис. 1.

Можно отметить, что интервальная гистограмма распределения значений эндомор-

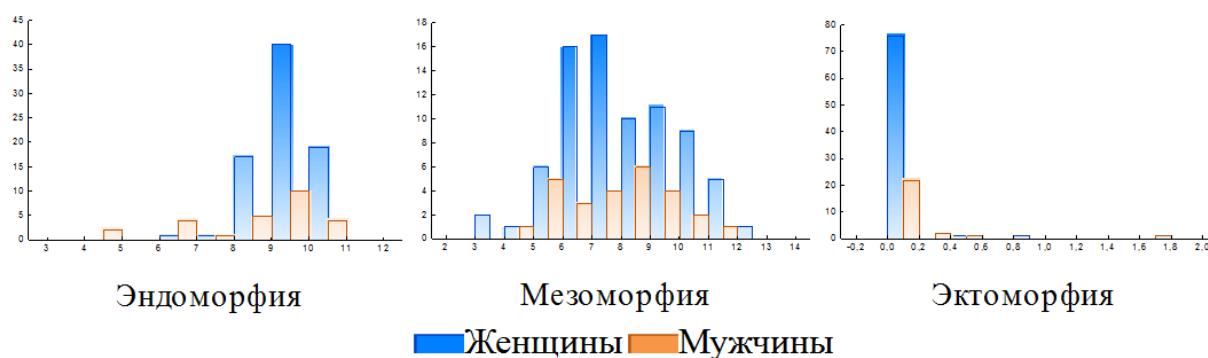


Рис. 1. Распределение значений компонентов соматотипа по Хит-Картеру мужчин и женщин пациентов клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

Таблица 3  
Оценка компонентов соматотипа по Хит-Картеру по формулам (1), (2), (3), (4), (5), (6) и (7) пациентов Клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Формулы	Мужчины n=26					Женщины n=78					Все группы n=104				
	Mean	Medi.	Min.	Max.	SD	Mean	Medi.	Min.	Max.	SD	Mean	Medi.	Min.	Max.	SD
Эндо-(1)	8,4 <sup>++</sup>	9,1	4,1	10,5	1,7	9,5 <sup>++</sup>	9,5	6,0	10,9	0,8	9,2 <sup>*</sup>	9,4	4,1	10,9	1,2
Эндо-(4)	10,6 <sup>*</sup>	10,2	4,4	18,6	4,1	11,7 <sup>*</sup>	11,6	5,2	22,0	4,6	11,4 <sup>*</sup>	11,2	4,4	22,0	4,5
Эндо-(6)	6,4 <sup>++</sup>	6,7	3,7	7,9	1,0	8,7 <sup>++</sup>	9,1	1,1	10,9	1,7	8,2 <sup>*</sup>	8,8	1,1	10,9	1,8
Мезо-(2)	7,9 <sup>*</sup>	8,0	4,3	11,5	1,8	8,1 <sup>*</sup>	7,7	3,2	12,7	1,9	8,0 <sup>*</sup>	7,7	3,1	12,7	1,9
Мезо-(5)	10,2 <sup>*</sup>	10,2	5,1	16,0	2,9	10,5 <sup>*</sup>	9,7	5,3	20,2	3,5	10,4 <sup>*</sup>	9,8	5,1	20,2	3,4
Мезо-(7)	10,2 <sup>*</sup>	10,3	4,7	15,8	2,9	9,9 <sup>*</sup>	9,3	4,4	18,5	3,0	10,0 <sup>*</sup>	9,5	4,4	18,5	3,0
Экто-(3)	0,2	0,1	0,1	1,8	0,3	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	1,8	0,2

Примечание: \* – значимые различия в сравнении формул ( $P < 0,05$ ); + – значимые половые различия ( $P < 0,05$ ).

фии и мезоморфии имела правосторонний снос и хорошо аппроксимировались логнормальным распределением. Распределение значений эктоморфии смещалось влево с минимально возможным значением равным 0,1 баллу.

Сопоставления оценок компонентов соматотипа эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии, определенные на основе антропометрии по формулам (1), (2), (3) и на основе биоимпедансометрии по формулам (4), (5), (6) и (7), представлено в табл. 3.

Сопоставление значений компонентов соматотипа эндо- и мезоморфии свидетельствуют о значимых различиях, определенных формулами на основе антропометрии (1), (2) и биоимпедансометрии (4), (5), (6) и (7). Оценка компонента эндоморфии, рассчитанного формулой (4) «для детей и подростков», показала более высокие значения, а формулой (6) «для взрослых людей» – напротив, показала достоверно меньшие по сравнению с референтными значениями, определенными по формуле (1) на основе антропометрии у мужчин, женщин и на объединенном массиве данных без учета пола. Также значимые половые различия обнаружены в расчетных значениях эндоморфии формулами (1) и (6). Компонент мезоморфии, рассчитанный формулами (4) и (6), показал более высокие значения, по сравнению с референтными, определенными формулой (2), на основе антропометрии у

мужчин, женщин и на объединенном массиве данных без учета пола. В расчетных значениях мезоморфии достоверных половых различий не обнаружено. Значения компонента эктоморфии рассчитываются с учетом длины и массы тела, измерение которых входит в стандартную процедуру антропометрии и биоимпедансометрии.

Точность формул (4), (5), (6) и (7) биоимпедансной оценки компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии по Хит-Картеру в объединенной группе мужчин и женщин пациентов клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» по сравнению со значениями референтной группы [5, 10] представлен в табл. 4.

Коэффициенты детерминации формул (4) и (6) для компонента эндоморфии на объединенном массиве ( $R^2=0,19$  и  $R^2=0,01$ ) не соответствовали референтным значениям  $R^2=0,83$  и  $R^2=0,90$ . Коэффициенты детерминации формулы (5) для компонента мезоморфии на объединенном массиве ( $R^2=0,63$ ) так же не соответствовали референтным значениям  $R^2=0,86$ , а коэффициент детерминации формулы (7) для второго компонента ( $R^2=0,79$ ) незначительно превышал референтные значения  $R^2=0,78$ . Оценки компонентов соматотипа по Хит-Картеру регрессионными формулами (4), (6) для эндоморфии и формулой (5) для мезоморфии в целом оказались не информативными для нашего

Таблица 4

**Доля дисперсии и стандартные ошибки регрессионных формул (4), (5), (6) и (7) для оценки компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии по Хит-Картеру на основе показателей биоимпедансометрии**

Формулы	Референтные значения [5, 10]		Значения для нашей выборки	
	R <sup>2</sup>	SEE	R <sup>2</sup>	SEE
Эндо-(4)	0,83	0,65	0,19	0,98
Эндо-(6)	0,90	0,69	0,01	1,09
Мезо-(5)	0,86	0,47	0,63	1,05
Мезо-(7)	0,78	0,88	0,79	0,80

R<sup>2</sup> – коэффициенты детерминации, SEE – стандартная ошибка уравнения регрессии.

контингента. Исключение составила формула (7) для мезоморфии, точность оценки которой умеренно превышала референтные значения.

В работе получены антропометрические характеристики половозрастных групп пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями (ожирением различной степени и сахарным диабетом 2 типа). Значимые половые различия обнаружены в антропометрических показателях между возрастными подгруппами и без учета возраста (в объединенном массиве), за исключением показателя ИМТ, по которому значимых половых различий не было обнаружено как с учетом, так и без учета возраста. ИМТ не всегда точно отражает степень жировоголожения [4]. Полученные данные свидетельствуют, о том, что по показателю ИМТ мужчины и женщины не отличаются, а по показателю ЖМТ%, точно характеризующему степень жировоголожения, обнаружены достоверные различия. У женщин независимо от возрастных подгрупп ЖМТ% в среднем на 10% больше, чем у мужчин.

На основе полученных значений антропометрических показателей не удалось обнаружить достоверных различий между возрастными подгруппами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин. Хотя представители 1-го периода зрелого возраста обоего пола имели средние и медианные значения всех представленных показателей больше по сравнению с представителями 2-го периода зрелого возраста.

Результаты исследования выявили среди обследованных увеличение баллов компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии в полтора раза при минимальных значениях компонента эктоморфии по сравнению с литературными данными [10, 19]. Медианные значения компонентов соматотипа по Хит-Картеру в сравнении с возрастными подгруппами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин значимых различий не обнаружено. В аспекте половых различий достоверные различия установлены по компоненту эндоморфии с учетом возрастных групп и на объединенном массиве. Значение балла эндоморфии у женщин значимо выше, чем у мужчин. Распределения значений компонентов эндоморфии и мезоморфии имели правостороннюю асимметрию и хорошо аппроксими-

мировались логнормальным распределением. Распределения значений эктоморфии обладали левосторонней асимметрией, их минимально возможное значение составляло 0,1 балла. Этот факт объясняется тем, что средние значения ИМТ и ЖМТ% обследованного контингента превышали 40%, что свидетельствовало об ожирении III степени.

Сравнения значений компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии, определенных формулами на основе антропометрии (1), (2) и биоимпедансометрии (4), (5), (6) и (7), свидетельствуют о значимых различиях. Для сопоставимости результатов соматотипирования по Хит-Картеру учли рекомендации авторов [10, 16] о том, что калипер Ланге имеет тенденцию завышения толщины кожно-жировой складки на 11,3%, показанные в работе [9], и были внесены соответствующие коррективы при расчетах.

Точность формул (4), (5), (6) и (7) биоимпедансной оценки компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии по Хит-Картеру в объединенной группе мужчин и женщин по сравнению со значениями референтной группы [5, 10] показал, что коэффициенты детерминации формул (4) и (6) для компонента эндоморфии на объединенном массиве (R<sup>2</sup>=0,19 и R<sup>2</sup>=0,01) не соответствовало референтным значениям R<sup>2</sup>=0,83 и R<sup>2</sup>=0,90. Коэффициенты детерминации формулы (5) для компонента мезоморфии на объединенном массиве (R<sup>2</sup>=0,63) также не соответствовали референтным значениям R<sup>2</sup>=0,86, а коэффициент детерминации формулы (7) для компонента мезоморфии (R<sup>2</sup>=0,79) немного превышал референтные значения R<sup>2</sup>=0,78. Оценки компонентов соматотипа по Хит-Картеру регрессионными формулами (4), (6) для эндоморфии и формула (5) для мезоморфии в целом оказались не информативными для нашего контингента. Исключение составила формула (7) для мезоморфии, точность оценки которой немного превышала референтные значения.

### Заключение

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что средние значения антропометрических показателей и соматотипов по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-

зависимыми заболеваниями достоверно не отличаются в возрастных подгруппах 1-го (21–35 лет) и 2-го (36–60 лет) периодов зрелого возраста у мужчин и женщин. С учетом возрастных подгрупп и без учета (объединенный массив данных) отмечался выраженный половой диморфизм по антропометрическим показателям и по компоненту соматотипа эндоморфии за исключением индекса массы тела. Показана несостоятельность оценки соматотипа по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями по данным биоимпедансометрии. Ввиду значимой корреляции биоимпедансных и антропометрических оценок компонентов соматотипа по Хит-Картеру показанных в работах [5, 10], считаем целесообразным разработку новых регрессионных уравнений для оценки соматотипа данного континента.

### Список источников / References

1. Алексеева Н.Т., Рожкова Е.А., Ключкова С.В., Никитюк Д.Б., Гасимова Т.М., Кесеменли А.К. Особенности площади поверхности тела у женщин разных соматотипов в возрастном аспекте. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017;6(2):9–13 [Alexeeva NT, Rozhkova EA, Klochkova SV, Nikityuk DB, Gasymova TM, Kesemenli AK. Peculiarities of Body Surface Area in Women of Different Somatotypes Regarding the Age. Journal of Anatomy and Histopathology. 2017;6(2):9–13] (in Russian). EDN: YSEPSZ. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-2-9-13
2. Букавнева Н.С., Никитюк Д.Б. Конституциональные особенности больных с алиментарно зависимой патологией. Морфологические ведомости. 2008;1(1-2):145–6 [Bukavneva NS, Nikityuk DB. Constitutional peculiarities of patients with alimentary dependent pathology. Morphological Newsletter. 2008;1(1-2):145–6] (in Russian). EDN: MKUHVJ
3. Дерябин В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных. М.; 2005. Рукопись, депонированная в ВИНТИ №1187-B2005 от 29.08.2005. [Deryabin VE. Kratkii spravochnik po resheniyu tipovykh zadach biometricheskoi obrabotki antropologicheskikh dannyykh. M.; 2005. Rukopis', deponirovannaya v VINITI №1187-V2005 от 29.08.2005] (in Russian).
4. Ключкова С.В., Рожкова Е.А., Алексеева Н.Т., Никитюк Д.Б., Атякшин Д.А., Кесеменли А.К., Гасимова Т.М. Особенности содержания жировой и мышечной масс у девушек разных конституциональных групп. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017;6(1):39–42 [Klochkova SV, Rozhkova EA, Alexeeva NT, Nikityuk DB, Atyakshin DA, Ksemenli AK, et al. Features of the Content of Fat and Muscle Mass Among Young Women of Different Constitutional Groups. Journal of Anatomy and Histopathology. 2017;6(1):39–42] (in Russian). EDN: YHCSBH. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-1-39-42
5. Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела. Вестн. Моск. ун-та. Сер. XXIII. Антропология. 2016;4:4–13 [Kolesnikov VA, Rudnev SG, Nikolaev DV, Anisimova AV, Godina EZ. On a new protocol of the heath-carter somatotype assessment using software for body composition bioimpedance analyzer. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia. 2016;4:4–13] (in Russian). EDN: XHRCEL
6. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука; 2006 [Martirosov EG, Nikolaev DV, Rudnev SG. Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka. M.: Nauka; 2006] (in Russian).
7. Николенько В.Н., Никитюк Д.Б., Чава С.В. Отечественная конституциональная анатомия в аспекте персонифицированной медицины. Сеченовский вестник. 2013;4:9–17 [Nikolenko VN, Nikityuk DB, Chava SV. Otechestvennaya konstitutsional'naya anatomiya v aspekte personifitsirovannoi meditsiny. Sechenov Medical Journal. 2013;4:9–17] (in Russian). EDN: SNCKHJ
8. Пашкова И.Г., Гайворонский И.В., Никитюк Д.Б. Соматотип и компонентный состав тела взрослого человека. СПб.: СпецЛит; 2019 [Pashkova I.G., Gaivoronskii I.V., Nikityuk D.B. Somatotip i komponentnyi sostav tela vzroslogo cheloveka. Sankt-Peterburg: SpetsLit; 2019] (in Russian). ISBN 978-5-299-00985-9
9. Руднев С.Г., Анисимова А.В., Синдеева Л.В., Задорожная Л.В., Лукина С.С., Малахина А.В., Година Е.З. Методические вопросы изучения вариаций подкожного жира: сравнение различных типов калиперов. Вестн. Моск. ун-та. Сер. XXIII. Антропология. 2017;3:4–26 [Rudnev SG, Anisimova AV, Sindeeva LV, Zadorozhnaya LV, Lukina SS, Malakhina AV, Vashura AYU, Tseytlin GYA, Godina EZ. Methodological issues of studying variations in subcutaneous fat: a comparison of different types of skinfold calipers. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia. 2017;3:4–26] (in Russian). EDN: YMOWAM
10. Синдеева Л.В., Руднев С.Г. Характеристика половозрастной изменчивости соматотипа по Хит-Картеру у взрослых людей и возможности его биоимпедансной оценки (на примере русского населения Восточной Сибири). Морфология. 2017;151(1):77–87 [Sindeeva LV, Rudnev SG. Characteristic of age and sex-related variability of the heath-carter somatotype in adults and possibility of its bioimpedance assessment (as exemplified by Russian population of Eastern Siberia). Morphology. 2017;151(1):77–87] (in Russian). EDN: YKUYXN
11. Anisimova AV, Godina EZ, Nikolaev DV, Rudnev SG. Evaluation of the Heath-Carter somatotype revisited: new bioimpedance equations for children and adolescents. IFMBE Proceedings. Eds.: F. Simini, P. Bertemes-Filho. Singapore-Heidelberg: Springer, 2016. doi: 10.1007/978-981-287-928-8\_21
12. Carter JEL. The heath-carter anthropometric somatotype. Instruction manual. San Diego State University. San Diego, CA; 2002.
13. Carter JEL, Carter JEL, Heath BH. Somatotyping: development and applications. New York: Cambridge university press; 1990.

14. Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype method American journal of physical anthropology. 1967 Jul;27(1):57-74. doi: 10.1002/ajpa.1330270108
15. Koleva M, Nacheva A, Boev M. Somatotype and Disease Prevalence in Adults. Reviews on Environmental Health. 2002 Jan-Mar;17(1):65-84. doi: 10.1515/reveh.2002.17.1.65
16. Pastuszek A, Gajewski J, Buśko K. The impact of skinfolds measurement on somatotype determination in Heath-Carter method. Liao Y-H, editor. PLOS ONE. 2019 Sep 6;14(9):e0222100. doi: 10.1371/journal.pone.0222100
17. Rudnev SG, Negasheva MA, Godina EZ. Assessment of the Heath-Carter somatotype in adults using bioelectrical impedance analysis. Journal of Physics: Conference Series. 2019;1272(1):012001.
18. Sheldon WH, Stevens SS, Tucker WB. The varieties of human physique. New York: Harper and Brothers; 1940.
19. Yang L-T, Wang N, Li Z-X, Liu C, He X, Zhang J-F, et al. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China. Anatomical Science International. 2015 May 5;91(2):180-7. doi: 10.1007/s12565-015-0283-0

#### Информация об авторах

✉ Семенов Мурадин Мудалифович – научный сотрудник ФИЦ питания и биотехнологии. Ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198; muradin-81@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8039-529X>  
 Лапик Ирина Александровна – канд. мед. наук;  
 lapik\_inbox.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0963-0792>  
 Шерагулова Валентина Сергеевна – ординатор;  
 sheragulovav@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4926-2269>  
 Лебедева Вера Александровна – ординатор;  
 silvertommy@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8978-8994>  
 Выборная Ксения Валерьевна – научный сотрудник;  
 dombim@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4010-6315>  
 Раджаббадиев Раджаббади Магомедович – научный сотрудник; 89886999800@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>  
 Соколов Александр Игоревич – канд. мед. наук;  
 sokolov@ion.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9973-583X>  
 Кобелькова Ирина Витальевна – канд. мед. наук;  
 irinavit66@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1237-5147>  
 Гаппарова Камилат Минкайловна – канд. мед. наук;  
 kgapparova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1223-8545>  
 Шарафетдинов Хайдер Хамзорович – д-р мед. наук, профессор; sharafandr@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6061-0095>  
 Зайнудинов Зайнудин Мусаевич – д-р мед. наук;  
 zain\_z@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4367-2232>  
 Алексеева Наталия Тимофеевна – д-р мед. наук, профессор, alexeevant@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>  
 Ключкова Светлана Валерьевна – д-р мед. наук, профессор; swetlana.chava@yandex.ru;  
<https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>  
 Никитюк Дмитрий Борисович – д-р мед. наук, профессор, акад. РАН, dimitrynik@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>

#### Information about the authors

✉ Muradin M. Semenov – researcher of Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety. Ust'inskii proezd, 2/14, Moscow, 117198; muradin-81@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8039-529X>  
 Irina A. Lapik – Cand. Med. Sci.;  
 lapik\_inbox.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0963-0792>  
 Valentina S. Sheragulova – resident;  
 sheragulovav@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4926-2269>  
 Vera A. Lebedeva – resident;  
 silvertommy@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8978-8994>  
 Kseniya V. Vybornaya – researcher;  
 dombim@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4010-6315>  
 Radzhabkadi M. Radzhabkadiyev – researcher;  
 89886999800@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3634-8354>  
 Aleksandr I. Sokolov – Cand. Med. Sci.;  
 sokolov@ion.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9973-583X>  
 Irina V. Kobel'kova – Cand. Med. Sci.;  
 irinavit66@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1237-5147>  
 Kamilat M. Gapparova – Cand. Med. Sci.;  
 kgapparova@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1223-8545>  
 Khaider' Kh. Sharafetdinov – Doct. Med. Sci., Prof.;  
 sharafandr@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6061-0095>  
 Zainudin M. Zainudinov – Doct. Med. Sci.;  
 zain\_z@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4367-2232>  
 Nataliya T. Alexeeva – Doct. Med. Sci., Prof.;  
 alexeevant@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>  
 Svetlana V. Klochkova – Doct. Med. Sci., Prof.;  
 swetlana.chava@yandex.ru;  
<https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>  
 Dmitrii B. Nikityuk – Doct. Med. Sci., Prof., Acad. of RAS,  
 dimitrynik@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>

Статья поступила в редакцию 11.07.2022; одобрена после рецензирования 15.08.2022; принята к публикации 15.09.2022.  
 The article was submitted 11.07.2022; approved after reviewing 15.08.2022; accepted for publication 15.09.2022.